فيزيـــاء

خواص المادة

اسم الوحدة : خواص المادة

الجدارة : التعرف على بعض خواص المادة الجامدة التالية من خلال :

1. تطبيق قانون هوك .
2. حساب مقدار التمدد الطولي و الحجمي للجسم الصلب .

الأهداف : عندما تكمل هذه الوحدة ستكون قادراً على أن:

1. تعرف الكتلة و الكثافة . و تذكر العلاقة الرياضية التي تربط بينهما .
2. تحسب الكتلة و الكثافة .
3. تعرف القوة . وتعدد آثار القوة التي تحدثها على الأجسام .
4. تعرف الوزن نصاً و رياضياً . وتفرق بين الوزن و الكتلة .
5. تحسب وزن الجسم .
6. تعرف المرونة و تعدد أقسام المادة الجامدة من حيث تفاوت مرونتها مع ذكر مثال لكل نوع
7. ترسم العلاقة البيانية بين القوة المؤثرة و الاستطالة الحاصلة لمادة معدنية تحت الشد ، وتفسر سلوك المنحنى .
8. تذكر قانون هوك نصاً و رياضياً .
9. تطبق قانون هوك في حل المسائل المتعلقة بها .
10. تعرف درجة الحرارة ، وتذكر اسم الجهاز المستخدم لقياسها
11. تعدد ثلاثة أسماء للمقاييس المشهورة ، و تذكر درجتي التجمد و الغليان للماء كل نوع على حده .
12. تحول قيمة درجة الحرارة من مقياس إلى آخر .
13. تذكر العوامل التي يتوقف عليها مقدار التمدد الطولي .
14. تعرف معامل التمدد الطولي . و تذكر قانوني التمدد الطولي و الحجمي للأجسام الجامدة
15. تحسب مقدار التمدد الطولي و الحجمي للأجسام الجامدة .
16. تذكر بعض التطبيقات التي تتعلق بهذه الظاهرة .

الوقت المتوقع للتدريب : 8 ساعات.

خواص المادة

الكتلة :

لنفرض أن لديك مكعبين من الخشب أحدهما حجمه $1\ cm^3$ و الآخر $8\ cm^3$ ، فأي المكعبين أثقل من الأخر . من الواضح أن المكعب الكبير أثقل من الصغير لأن كمية المادة فيه أكثر من المكعب الصغير . و بشكل عام يمكننا القول بأنه : كلما كبر حجم الجسم فإن كمية المادة فيه تزداد ، ولقد اتفق على تسمية كمية المادة في الجسم بالكتلة , ونعرفها كما يلي :

الكتلة : هي مقدار ما يحتويه الجسم من مادة

ولقد اتفق العلماء على وحدة لقياس الكتلة هي الكيلو جرام (kg) وهي عبارة عن كمية المادة الموجودة في اسطوانة مصنوعة من البلاتين محفوظة في فرنسا ، والكتل التي تراها في المختبرات والمحلات التجارية هي نسخ عن الكيلو جرام المعياري ، ولكنها مصنوعة من مواد أرخص من الكيلوجرام المعياري .

الكثافة :

إذا كان لدينا مكعبات مصنوعة من المواد التالية : ذهب و حديد و خشب ، و حجم كل منها $1\ cm^3$ فهل كتل هذه المواد متساوية ؟

ليس من الصعب عليك أن تلاحظ أن مكعب الذهب أثقل من مكعب الحديد في حين أن مكعب الحديد أثقل من مكعب الخشب ، ومن هذا المثال يتبين لك أنه عند مقارنة كتل مواد مختلفة يجب أن نقارن كتل وحدة حجم متساوية من هذه المواد لكي تكون المقارنة صحيحة . ولقد أطلق على هذا المفهوم اسم الكثافة ونعرفها كما يلي :

الكثافة : هي كتلة وحدة الحجم من المادة

ويمكن حساب كثافة المادة من خلال العلاقة الرياضية التالية :

الكثافة = الكتلة / الحجم

ونكتب هذه المعادلة اختصاراً على النحو الآتي :

$$\rho = \frac{m}{V}$$ .... (2-1)

حيث m : كتلة الجسم بوحدة kg .

V : حجم الجسم بوحدة m^3 .

ρ : كثافة الجسم بوحدة kg / m^3 .

والجدول التالي يبين كثافة بعض المواد بوحدة kg / m^3 :

المادة	الكثافة kg/m^3	المادة	الكثافة kg/m^3
هواء	1.2	ثلج	920
ثاني أكسيد الكربون	1.98	ألمونيوم	2700
ماء	1000	النحاس	8890
ماء البحر	1025	حديد	7860
الغول الإثيلي	790	ذهب	19300
الجلسرين	1260	فضة	10500
الزئبق	13600	الخشب	500 - 1000

جدول (2-1)

مثال (2-1):

قطعة من الألمونيوم حجمها $0.5\ m^3$ ، إذا كانت كتلها هي $1350\ kg$ ، احسب كثافتها.

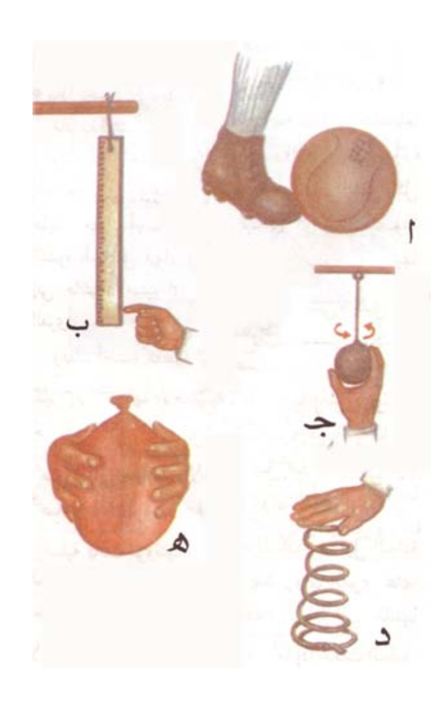
الحل :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{1350}{0.5} = 2700\ kg / m^3$$

مفهوم القوة:

إن إحساسنا بالقوة ينتج من خلال ملاحظتنا للأثر الذي تحدثه القوة عندما تؤثر على الأجسام المختلفة. انظر إلى الشكل (2-1) وحاول أن تتعرف على كيفية تأثر الأجسام بالقوى التي تؤثر عليها.



الشكل (2-1)

إن القوة تحدث في الجسم تأثيراً واحداً أو أكثر من التأثيرات التالية:

1- قد تتسبب في حركة الجسم فتنقله من موضعه أو تحدث فيه دوراناً .
2- قد تغير من شكل الجسم.
3- قد تغير من حجم الجسم أو من أحد أبعاده.

وبناء على ما سبق يمكن تعريف القوة على النحو الآتي :

القوة : هي ذلك المؤثر الذي إذا أثر على جسم ما فإنه يسبب تغيراً في شكل الجسم أو موضعه أو في اتجاهه أو حركته.

هناك أنواع مختلفة من القوى مثل الشد و الضغط و الدفع و السحب و الاحتكاك .... إلخ .
وقد اتسع مفهوم القوة في علم الفيزياء ليشمل أنواعاً مختلفة كالقوى الكهربائية و المغناطيسية وقوى الجاذبية و القوى النووية . و تقاس القوة بوحدة النيوتن (N) في النظام العالمي للوحدات .

قوة الجاذبية الأرضية (الــوزن):

إذا أمسكت حجراً أو أي جسم آخر وتركته يفلت من يدك دون أن تدفعه تلاحظ أنه يسقط نحو الأرض باتجاه عمودي و تزداد سرعته تدريجياً مع مرور الزمن ، وهذا ما يقودنا إلى الاستنتاج التالي: أن هناك قوة تحدث هذه الحركة أو هذا السقوط ، وهذه القوة هي قوة الجاذبية الأرضية و لها مسميات أخرى منها : الثقل – الوزن. ويعرّف وزن الجسم على النحو الآتي :

الوزن : هو مقدار قوة جذب الأرض للجسم.

ويحسب عن طريق المعادلة التالية:

الوزن = تسارع الجاذبية الأرضية × كتلة الجسم

ونكتب ذلك اختصاراً على النحو الآتي:

$$W = mg$$ ....(2-2)

حيث W : وزن الجسم وتقاس بوحدة نيوتن (N) .

g : تسارع الجاذبية الأرضية = $9.8\ m/s^2$.

m : كتلة الجسم بوحدة (kg) .

تغير وزن الأجسام

يختلف وزن جسم ما على سطح الأرض اختلافاً طفيفاً جداً ولذا فإننا سنهمله. وكلما بعد الجسم عن مركز الأرض (أي كلما ازداد ارتفاعه عن سطح الأرض إلى الأعلى في الجو) يقل وزنه ، في حين تبقى كمية الكتلة ثابتة لا تتغير .

مثال (2-2):

احسب وزن جسم كتلته 50 kg .

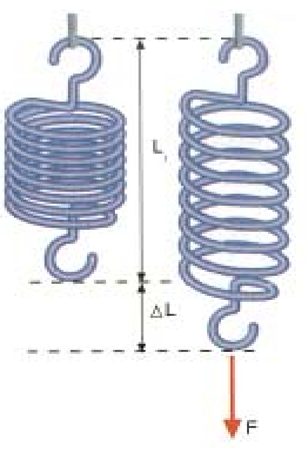
الحل:

$$m = 50 \ kg$$
$$g = 9.8 \ m/s^2$$
$$W = m \times g$$
$$W = 50 \times 9.8 = 490 \ N$$

التعرف على المرونة:

ستكون دراستنا في هذا الموضوع سلوك المادة عندما يطرأ عليها تغير في شكلها وحجمها بسبب القوى المؤثرة عليها ،أما حركة الأجسام فسندرسها في الفصل الدراسي الثاني إن شاء الله .

يتميز كثير من الأجسام كالسلك الزنبركي ، كما في الشكل (2-2)، أو القضيب المعدني بخاصية تسمى المرونة .



الشكل (2-2)

ويمكن التعرف على المرونة من خلال الإجابة على السؤالين التاليين:

س1 : ماذا يحدث للزنبرك عندما تؤثر عليه بقوة شد؟

ج1 : يستطيل أي يزيد طوله.

س2: ماذا يحدث للزنبرك عند زوال هذه القوة؟

ج2: سيعود إلى حالته الأصلية ،هذه الظاهرة تعرف باسم المرونة ونعرفها كما يلي :

المرونة : هي ميل المادة للعودة إلى حالتها الأصلية بعد زوال القوى المؤثرة عليها .

ولقد لوحظ أن الأجسام الجامدة تتفاوت في مرونتها إلى ثلاثة أقسام هي:

1- مادة تامة المرونة : وهي التي تميل للعودة إلى حالتها الأصلية بعد زوال القوة المؤثرة عليها مثل : الزنبرك .

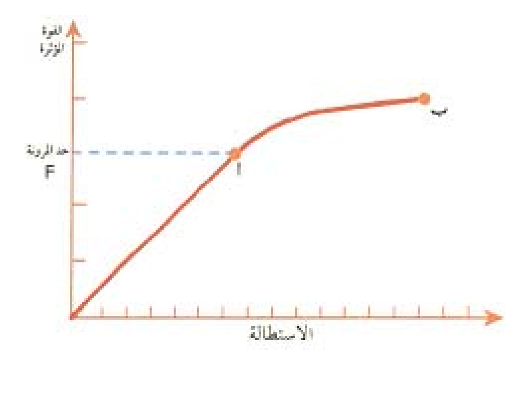
2- مادة مرنة: وهي التي تميل للعودة إلى حالة قريبة من حالتها الأصلية بعد زوال القوة المؤثرة عليها وتحتفظ بشيء قليل من التشوه الحاصل فيها ، مثل : المطاط و الإسفنج.

3- مادة غير مرنة: وهي التي لا تبدي أي ميل للعودة إلى حالتها الأصلية وتحتفظ بكل التشوه الحاصل فيها ، مثل : الصلصال .

العلاقة بين التشوه الحاصل والقوة المؤثرة:

تعلمنا في الجزء السابق أن للمادة مرونة تخضع للقوى التي تشوهها خضوعاً مؤقتاً يزول بزوال هذه القوى المؤثرة دون حد أعلى من القوى يعرف بحد المرونة. والسؤال الآن: كيف يتأثر التشوه الحاصل في الجسم الجامد بالقوة المؤثرة عليه.

لنفرض مثلاً أن الزنبرك المبين في الشكل السابق (2-2) طوله الأصلي L_1 وأنه قد استطال بمقدار ΔL تحت تأثير القوة المسلطة F . بدراسة هذا السلوك وجد هوك أن الاستطالة تتضاعف مرتين إذا تضاعفت القوة المسلطة مرتين ، وأيضاً تتضاعف ثلاث مرات إذا تضاعفت القوة المسلطة ثلاث مرات، ويوضح الشكل (3-2) العلاقة البيانية بين القوة المؤثرة F والاستطالة ΔL .



الشكل (3-2)

وكما تلاحظ فإن هناك جزأين متميزين هما :

(1) جزء من المنحنى (م أ) خطاً مستقياً أي أن هناك تناسباً طردياً بين القوة والاستطالة الحاصلة وتمثل النقطة (أ) حد المرونة للمادة وتعريفها هو :

حد المرونة : هي أكبر قوة يمكن أن نؤثر بها على المادة دون أن تفقد مرونتها .

(2) جزء من المنحنى (أ ب) لا يمثل خطاً مستقياً أي أن المادة فقدت مرونتها ، وفي هذه الحالة لم يعد هناك تناسب طردي بين القوة المؤثرة والاستطالة ، وتمثل النقطة (ب) النقطة التي تنكسر عندها المادة المعدنية.

وقد وضع هوك اكتشافاته هذه في صورة قاعدة تعرف الآن بقانون هوك:

تحت حد المرونة فإن الاستطالة تتناسب طردياً مع قوة الشد المؤثرة عليها

وبصيغة رياضية على النحو التالي:

القوة المؤثرة = معامل الصلابة × الاستطالة

$$F = k\ \Delta L \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2\text{-}3)$$

حيث F : القوة المؤثرة بوحدة N .

k : ثابت القوة وفي حالة الزنبرك يسمى بمعامل الصلابة و وحدته N / m .

ΔL : الاستطالة الحاصلة بوحدة m .

مثال (3-2):

أثرت قوة مقدارها 9.8 N على زنبرك ، فكم يستطيل هذا الزنبرك إذا علمت أن معامل الصلابة له 980 N/m .

الحل:

$$F = 9.8\ N \quad , \quad k = 980\ N/m$$

$$\Delta L = \frac{F}{m}$$

$$\Delta L = \frac{9.8}{980} = 0.01\ m$$

مثال (4-2):

علقت كتلة مقدارها 400 g بزنبرك فاستطال بمقدار 0.3 cm ، أوجد معامل الصلابة.

الحل :

$$\Delta L = 0.3\ cm = \frac{0.3}{100} = 0.003\ m$$

$$m = 400\,g = \frac{400}{1000} = 0.4\ kg$$

$$F = m\ g$$

$$F = 0.4 \times 9.8 = 3.92\ N$$

$$\because\ k = \frac{F}{\Delta L}$$

$$\therefore\ k = \frac{3.92}{0.003} = 1306.66\ N/m$$

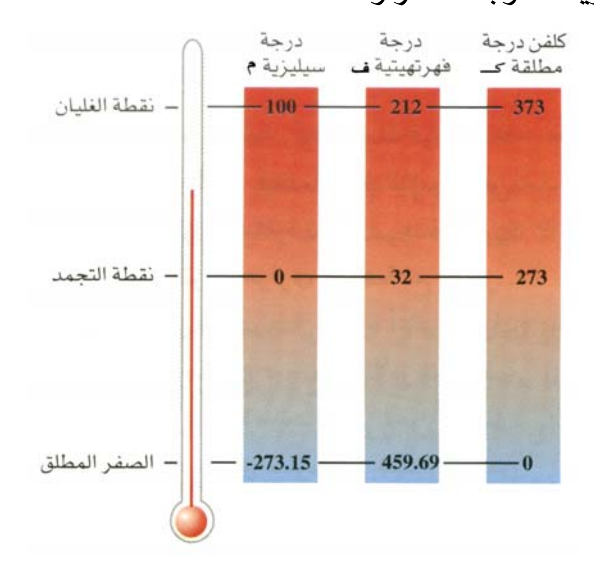
درجة الحـرارة:

نسـتعمل مفهـوم درجـة الحـرارة للتعبـير عـن بـرودة الأجسـام أو سـخونتها أي أنهـا تعـد مقياسـاً للطاقـة الداخلية للجسم، وبواسطتها يمكـن أن تحدد انتقال الحرارة بين جسمين مختلفين في حرارتهما.
فمثلاً لو وصلنا جسماً حاراً (أ) لجسم بارد (ب)، سـتلاحظ أن الحـرارة انتقلـت مـن الجسـم (أ) إلى الجسـم (ب)، وخلاصة القول يمكـن أن نعرّف درجة الحرارة بأنها :

الخاصية التي تحدد اتجاه انتقال الحرارة بين الأجسام عند تلامسها أو وصلها ببعضها، وتعد مقياساً للطاقة الداخلية للجسم.

المقاييس الحرارية:

تسـمى الأجهـزة المسـتخدمة لقيـاس درجـة الحـرارة بـالترمومترات وهـي تعتمـد في عملـها علـى خاصـية فيزيائية تتغير بتغير درجة الحـرارة تغيراً واضحـاً ومعلومـاً كـالتمـدد الحـراري للمـادة أو التـغير في المقاومـة الكـهربائية ، علـى سبيل المثال . ويمثل الشـكل (4-2) أكـثر أنواع الترمومترات اسـتعمالاً وانتشـاراً وهـو الترمومتر الزئبقي ، ويتركـب من أنبوبة شعرية زجاجية مغلقة يتصـل أحد طرفيهـا بمسـتودع صـغير مملـوء بسـائل مثل الزئبـق أو الـكحول. ومبدأ عملها هو ارتفـاع مسـتوى السـائل في الأنبوبـة بارتفـاع درجـة الحـرارة (لأن السوائل تتمدد بزيادة درجة الحرارة).



شكل (4-2) الترمومتر

وعليه تُعلَّم على الترمومتر نقطتان أساسيتان ، النقطة الأولى تمثل موضع مستوى سطح السائل في الأنبوبة الشعرية عندما يكون الترمومتر في درجة حرارة انصهار الثلج (أو تجمد الماء) وهذا هو مستوى التجمد ، أما النقطة الثانية فهي موضع مستوى سطح السائل في الأنبوبة عندما يكون الترمومتر في نقطة غليان الماء، وهذا هو مستوى الغليان.

وتختلف المقاييس (السلالم) الحرارية باختلاف الطريقة التي يتم بها تدريج المقياس ، ويتميز كل منها كما في الشكل (4-2) بقراءة تقابل تجمد الماء وأخرى تقابل غليان الماء.

ومن هذه المقاييس المشهورة ثلاثة هي:

1- **مقياس سلزيوس والمشهور بالمئوي (سنتيجراد)** ، وفيه تعد نقطة تجمد الماء النقي عند الدرجة $0^{\circ}c$ ونقطة الغليان عند $100^{\circ}c$.

2- **مقياس فهرنهيت** ، وفيه تعد نقطة تجمد الماء النقي عند $32^{\circ}F$ و درجة غليانه $212^{\circ}F$.

والعلاقة التي تربط بين المقياسين المئوي والفهرنهيت كما يلي:

$$9\left(T_c+40\right) = 5\left(T_F+40\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2\text{-}4)$$

حيث T_c : درجة الحرارة على التدريج المئوي ($^{\circ}c$)

T_F : درجة الحرارة على التدريج الفهرنهيت ($^{\circ}F$)

وباستخدام هذه المعادلة نستطيع التحويل من درجة مئوية إلى درجة فهرنيت والعكس.

3- **مقياس كلفن أو المقياس المطلق** يستخدم في المجال العلمي ووحدة درجة الحرارة في النظام الدولي SI هي كلفن..وفي هذا المقياس فإن نقطتي تجمد وغليان الماء هما : 273 K و 373 K على الترتيب

ملحوظة: لا نقول درجة كلفن بل كلفن فقط ، ولا يكتب مع رمزها إشارة درجة (°) .

والعلاقة التي تربط بين المقياس المئوي ومقياس كلفن هي:

$$T = T_c + 273 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2\text{-}5)$$

حيث T : درجة الحرارة في مقياس كلفن (K) .

T_c : درجة الحرارة في المقياس المئوي ($^{\circ}c$) .

أما التحويل بين المقياسين الفهرنهايتي والكلفن فهي على النحو الآتي:

$$\frac{T_F - 32}{180} = \frac{T - 273}{100} \qquad \text{............. (2-6)}$$

مثال (2- 5):

احسب درجة الحرارة على تدريج الفهرنهيت عندما تكون على المئوي $30^\circ c$.

الحل

$$T_c = 30^\circ c$$
$$5\left(T_F + 40\right) = 9\left(T_c + 40\right)$$
$$5\left(T_F + 40\right) = 9\,(30 + 40)$$
$$5\,T_F + 200 = 630$$
$$T_F = \frac{630 - 200}{5} = 86°F$$

مثال (2-6) :

ما قراءة المقياس المئوي المقابلة لـ $61^\circ F$؟

الحل

$$T_F = 61^\circ F$$
$$9\left(T_c + 40\right) = 5\left(T_F + 40\right)$$
$$9\left(T_c + 40\right) = 5\,(61 + 40)$$
$$9T_c + 360 = 505$$
$$T_c = \frac{505 - 360}{9} = 16.11^\circ c$$

مثال (7-2):

إذا كانت درجة الحرارة في المقياس المئوي 25°c ، فكم تكون على المقياس المطلق ؟.

الحل:

$$T_c = 25^\circ c$$
$$T = T_c + 273$$
$$T = 25 + 273$$
$$T = 298\,K$$

التمدد الحراري:

من الظواهر الطبيعية التي أوجدها الله سبحانه وتعالى في الكون ظاهرة التمدد وهي أن المادة بجميع أشكالها تتمدد بفعل الحرارة ، وسوف نتعرف على بعض التطبيقات التي تعتمد على هذه الظاهرة في نهاية هذا الموضوع.

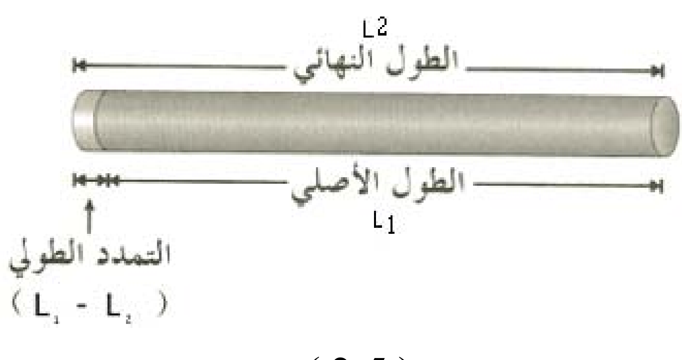
وسوف تقتصر دراستنا لهذه الظاهرة على الأجسام الجامدة فقط.

قام العلماء بتجارب منتظمة على تمدد الأجسام الجامدة بتأثير الحرارة وتوصلوا بالقياسات الدقيقة إلى كشف العوامل التي يتوقف عليها مقدار التمدد وهذه العوامل لقضيب معدني مثلاً الشكل (5-2) هي ما يلي:

1- الطول الأصلي لهذا القضيب L_1 يتناسب طردياً مع التمدد.

2- مقدار الارتفاع في درجة الحرارة يتناسب طرداً مع التمدد.

3- نوع مادة القضيب.



شكل (5-2)

ومن المعلوم لديك أن الجسم الجامد له طول ومساحة سطح وحجم ، لذا فإن دراسة تمدد الأجسام الجامدة تنقسم إلى ثلاثة أقسام:

1- **التمدد الطولي:** للأجسام التي يكون طولها كبيراً جداً بالمقارنة مع عرضها وارتفاعها ، مثل أسلاك الكهرباء وقضبان السكك الحديدية ... إلخ.

2- **التمدد السطحي** : للأجسام المسطحة التي يكون طولها وعرضها كبيرين بالمقارنة مع ارتفاعها مثل الأبواب والنوافذ والصفائح المعدنية ... إلخ.

3- **التمدد الحجمي:** للأجسام التي يكون لها طول وعرض وارتفاع متناسب مثل الأجسام ذات الشكل الكروي أو الأسطواني أو المكعب ... إلخ.

التمدد الطولي :

لأي نوع من المواد زيادة خاصة به تسمى هذه الزيادة بـ معامل التمدد الطولي ويرمز له بالرمز α انظر الجدول (2-2) ويعرف بأنه :

مقدار الزيادة في وحدة الأطوال من المادة عند رفع درجة حرارتها $1°c$.

ويقاس بوحدة مقلوب درجة الحرارة أي ($1/^{\circ}c$)

المادة	معامل التمدد الطولي α ($1/^{\circ}c$)	معامل التمدد الحجمي γ ($1/^{\circ}c$)
النحاس	1.7×10^{-5}	5.1×10^{-5}
الألمنيوم	2.4×10^{-5}	7.2×10^{-5}
الرصاص	2.9×10^{-5}	8.7×10^{-5}
الحديد	1.2×10^{-5}	3.6×10^{-5}
الصلب	1.1×10^{-5}	3.3×10^{-5}
الذهب	1.4×10^{-5}	4.2×10^{-5}
الفضة	1.9×10^{-5}	5.7×10^{-5}
البلاتين	8.9×10^{-6}	26.7×10^{-6}
الزجاج العادي	9×10^{-6}	27×10^{-6}
زجاج البيركس	3.2×10^{-6}	9.6×10^{-6}

جدول (2-2) معامل التمدد الطولي و الحجمي لبعض المواد .

قانون التمدد الطولي

لنفرض أن سلكاً معدنياً طوله الأصلي L_1 متراً وسخناه من $T_1{}^{\circ}c$ إلى درجة أخرى ، ولنرمز لها بالرمز $T_2{}^{\circ}c$ فإنه يتمدد ويصبح طوله في هذه الدرجة L_2 متراً و مقدار التمدد $L_2 - L_1$ يعطي حسب العلاقة التالية:

$$L_2 - L_1 = L_1\, \alpha \left(T_2 - T_1\right)$$

وللاختصار نعبر عن المقدارين $L_2 - L_1$ و $T_2 - T_1$ بالتعبير الآتي : ΔL و ΔT على الترتيب ،حيث Δ حرف لاتيني يقرأ دالتا وتعني رياضياً الفرق أو التغير ، و تصبح المعادلة السابقة على النحو الآتي :

$$\boxed{\Delta L = \alpha\, L_1\, \Delta T} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (2\text{-}7)$$

مثال (2-8):

سلك من النحاس طوله 20 m عند درجة الحرارة $25^{\circ}c$ إذا سخن السلك إلى درجة $100^{\circ}c$ ، احسب مقدار التمدد الطولي للنحاس علماً أن معامل التمدد الطولي للنحاس $1.7\times10^{-5}\ /^{\circ}c$.

الحل:

$$T_2 = 100\ ^{\circ}c$$
$$T_1 = 25\ ^{\circ}c$$
$$\alpha = 1.7\times10^{-5}\ /\ ^{\circ}c$$
$$\Delta L = L_1\ \alpha\ \Delta T$$
$$\Delta L = 20\times1.7\times10^{-5}\ (100 - 25)$$
$$\Delta L = 0.0255\ m$$

التمدد الحجمي:

إذا سخن جسم صلب حجمه الأصلي V_1 من الدرجة $T_1{}^{\circ}c$ إلى الدرجة $T_2{}^{\circ}c$ فإنه يتمدد بمقدار $V_2 - V_1$ حيث V_2 حجمه النهائي بعد التسخين ، وقياساً على ما سبق ذكره في التمدد الطولي فإن مقدار التمدد الحجمي يعطى حسب العلاقة التالية:

$$\Delta V = V_1\ \alpha\ \Delta T \quad \text{.................. (2-8)}$$

حيث ΔV مقدار التمدد الحجمي ويساوي $V_2 - V_1$.

γ معامل التمدد الحجمي ($1/^{\circ}c$) .

مثال (2-9):

وعاء من الألمنيوم حجمه $1500\ cm^3$ عند درجة الحرارة $25^{\circ}c$ ما هو مقدار التمدد الحجمي له إذا سخن إلى درجة $85^{\circ}c$ علماً أن معامل التمدد الحجمي للألمنيوم $7.2\times10^{-5}\ /\ c^{\circ}$.

الحل :

$$V_1 = 1500\ cm^3$$
$$T_1 = 25\ ^\circ c$$
$$T_2 = 85\ ^\circ c$$
$$\gamma = 7.2 \times 10^{-5} / ^\circ c$$
$$\Delta V = V_1\ \alpha\ \Delta T$$
$$\Delta V = 1500 \times 7.2 \times 10^{-5} \times (85 - 25)$$
$$\Delta V = 6.48\ cm^3$$

بعض التطبيقات على تمدد الأجسام الجامدة:

إن لخاصية تمدد الأجسام الجامدة بتأثير الحرارة وانكماشها عندما تبرد تطبيقات هامة في الصناعة والمنشآت المختلفة. ومن ذلك ما يلي :

1- عند مد قضبان السكك الحديدية تترك مسافات صغيرة بين طرفي كل قضيبين متجاورين كي تسمح بتمدد القضبان في فصل الصيف.

2- تمد أسلاك الكهرباء على الأعمدة بحيث تكون مرتخية قليلاً حتى لا تؤثر على الأعمدة أو تنقطع عندما ينكمش طولها في فصل الشتاء.

3- عند إقامة الجسور الفولاذية الطويلة يراعى ترك مسافات صغيرة بين أطراف الجسور والدعامات التي ترتكز عليها وتكون إحدى نهايتي الجسر محمولة على عجلات تسمح للفولاذ بالتمدد.

4- وفي البناء يراعى أن يكون معامل تمدد الحديد مساوياً لمعامل تمدد المزيج المكون من الأسمنت والرمل والحجر وإلا تفتت الأسمنت بسبب التمدد والانكماش .

5- صناعة الترموستات (الازدواج المعدني) وهو عبارة عن قضيبين مختلفين في النوع متلاصقين يختلف الواحد منها عن الآخر بمعامل تمدده ، فعندما يسخن الازدواج المعدني يتمدد أحد القضيبين أكثر من الآخر فينحني القضيب ، لذلك يستخدم الترموستات (الازدواج المعدني) في الكهرباء مثلاً في وصل التيار الكهربائي أو قطعة.

الأسئلة

(1) ضع دائرة حول الإجابة الصحيحة فيما يلي :

1- الكمية الفيزيائية التي تتغير بتغير المكان هي :

أ- الكتلة . ب- الوزن . ج- الكثافة .

2- الكمية التي تؤخذ بعين الاعتبار لمقارنة كتل مواد مختلفة من حيث الثقل هي :

أ- الكثافة . ب- الحجم . ج- الكتلة .

3- المرونة هي :

أ- تغير المادة في الشكل و الحجم . ب- تمدد المادة أو تقلصها .

ج- ميل المادة للعودة إلى حالتها الأصلية .

(2) ضع إشارة (√) أمام العبارة الصحيحة و إشارة (×) أمام العبارة الخاطئة فيما يلي :

1- يبحث قانون هوك العلاقة بين الوزن و الكتلة .

2- الوزن = الكتلة × الكثافة .

3- القوة هي التي إذا أثرت على جسم ما فإنها تسبب تغيراً في حركته فقط .

4- تتناسب القوة المؤثرة على مادة معدنية مع الاستطالة الحاصلة لها تناسباً طردياً دائماً .

(3) قطعة من الخشب كتلتها 210 g إذا كانت كثافتها $0.6\ g/cm^3$ ، احسب ما يلي :

1- وزنها بوحدة N .

2- حجمها .

(4) قطعة حديد حجمها $0.177\ m^3$ ، ما هي كثافتها بوحدة g/cm^3 إذا كانت كتلتها 1400 kg .

(5) كرة حديدية كتلتها 750 g ، إذا كان ثابت تسارع الجاذبية الأرضية $9.8\ m/s^2$ ، وثابت تسارع الجاذبية القمرية $1.6\ m/s^2$ ، احسب ما يلي :

أ- وزن الكرة على الأرض. ب- وزنها على القمر.

ج- كتلتها على القمر. د- وزنها في الفضاء خارج نطاق الجاذبية.

هـ- كتلتها في الفضاء خارج نطاق الجاذبية.

(6) زنبرك أثرت عليه قوة مقدارها 0.009 N فاستطال بمقدار 3 cm ثم أزيلت القوة فعاد الزنبرك تماماً إلى وضعه الأصلي ، احسب ما يلي:

أ- معامل الصلابة للزنبرك.

ب- إذا أثرنا عليه بقوة مقدارها 0.08 N بحيث لا يفقد مرونته فكم يستطيل هذا الزنبرك .

(7) أعط ثلاثة أمثلة عن تطبيقات تستخدم فيها مرونة المواد لدفع الأشياء أو لامتصاص الصدمات.

ماذا نقصد عندما نقول بأن معامل التمدد الطولي للنحاس هو $1.7 \times 10^{-5} / c^{\circ}$.

(8)علل (بين سبب) ما يلي :

أ- يسخن فنيو السيارات والسباكين المسامير والمواسير فيسهل فكها.

ب- أنابيب النفط التي تمتد عبر الصحراء لا تمد بشكل مستقيم وإنما بشكل متعرج.

ج- الأواني المصنوعة من زجاج البيركس لا تتكسر إذا تعرضت للحرارة بينما الزجاج العادي ينكسر.

(9) ضع دائرة حول الإجابة الصحيحة أو الفضلى فيما يلي:

(أ) درجة الحرارة هي:

1- صفة تحدد انتقال الحرارة بين الأجسام عند تلامسها.

2- مقياساً للطاقة الداخلية للجسم.

3- أ و ب معاً.

(2) المبدأ العلمي الذي يقوم عليه صنع الترمومتر الزئبقي :

أ- تغير كتلة السائل بالحرارة.

ب- تمدد السائل بالحرارة.

ج- تمدد الغازات بالحرارة.

(3) $32^{\circ}F$ تمثل على مقياس فهرنهايت:

أ- درجة تجمد الماء. ب- درجة غليان الماء. ج- درجة انصهار الزئبق.

(10) إذا كانت درجة الحرارة في المقياس الفهرنهيت $95^{\circ}F$ فكم تكون على المقياس المطلق و المئوي.

(11) درجة حرارة الجو في وقت ما $42^{\circ}c$ كم تكون درجة حرارة الجو على مقياس الحرارة الفهرنهايت.

(12) ساق من الحديد طولها $10\ m$ ، و وعاء من الحديد حجمه $100\ cm^3$ احسب ما يلي:

أ- مقدار التمدد الطولي للساق.

ب- مقدار التمدد الحجمي للوعاء.

وذلك عند رفع درجة حرارتهما من $20^{\circ}c$ إلى $120^{\circ}c$ علماً أن :

$\gamma = 3.6 \times 10^{-5} / {}^{\circ}c$ و $\alpha = 1.2 \times 10^{-5} / {}^{\circ}c$

(13) سلك من النحاس طوله $250\ m$ في الصيف حيث درجة الحرارة $40^{\circ}c$، فكم طول هذا السلك في الشتاء حيث درجة الحرارة $10^{\circ}c$ ، علماً أن $\alpha = 1.7 \times 10^{-5} / {}^{\circ}c$.